



ENSEÑANZA DEL MODELAMIENTO Y DISEÑO DE NUEVOS MATERIALES Y DISPOSITIVOS ACÚSTICOS POR MEDIO DE SOFTWARE LIBRE¹

Teaching modeling and design
of new materials and acoustic devices
through free software

Alzate-Arias, Fredy Alberto²

1 Artículo originado en el semillero ACUSMUSIC que corresponde al programa Profesional en Artes de la Grabación y Producción Musical y como resultado de proyecto de investigación Modelamiento y Diseño de nuevos materiales acústicos, en modalidad recurso instalado por parte del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín.

Código del proyecto PCI 19202 año 2020-2021

2 Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Medellín. Docente de la Facultad de Artes y Humanidades, Programa Artes de la Grabación y Producción Musical.

Contacto: fredyalzate@itm.edu.co

Resumen

Existen diferentes procesos experienciales de aprendizaje significativo en las aulas, en particular en la enseñanza de la física acústica. Para ello, las instituciones que dictan cursos relacionados con sistemas de sonido profesional y las artes de la grabación deben contar con una cantidad de recursos y laboratorios costosos a fin de desarrollar las actividades que afiancen el conocimiento impartido en clase. En el contexto actual de la enseñanza –en este caso virtual, por causa de la emergencia sanitaria que afecta los procesos académicos y el desarrollo curricular de los diferentes cursos– se opta por implementar estrategias con la ayuda de herramientas informáticas de uso libre que ayuden a los estudiantes a entender las bases de las asignaturas de física acústica y acústica aplicada de una manera dinámica y creativa. En relación con los estudiantes del Instituto Tecnológico Metropolitano, que no tienen el presupuesto para adecuar espacios acústicos con materiales costosos, la institución ha optado por crear ambientes de enseñanza virtual que van desde la medición del espacio acústico hasta la corrección y elaboración de dispositivos con materiales ecológicos de fácil acceso.

Palabras clave: acústica, software libre, materiales, aprendizaje, ciencias.

Abstract

There are different experiential processes of meaningful learning in classrooms, particularly in the teaching of acoustic physics, and institutions that offer courses related to professional sound systems and the recording arts must have a quantity of resources and expensive laboratories to develop activities that strengthen the knowledge taught in class. In the current context of teaching –in this case virtual, due to the health emergency that affects the academic processes and the curricular development of the different courses–, Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) has decided to implement strategies with the help of free-access computer tools that help the students understand the basics of applied acoustic and acoustic physics subjects in a dynamic and creative way. In the case of ITM students,



not having the budget to adapt acoustic spaces with expensive materials, the institution has chosen to create virtual teaching environments that range from measuring the acoustic space to the correction and elaboration of devices with easy-access ecological materials.

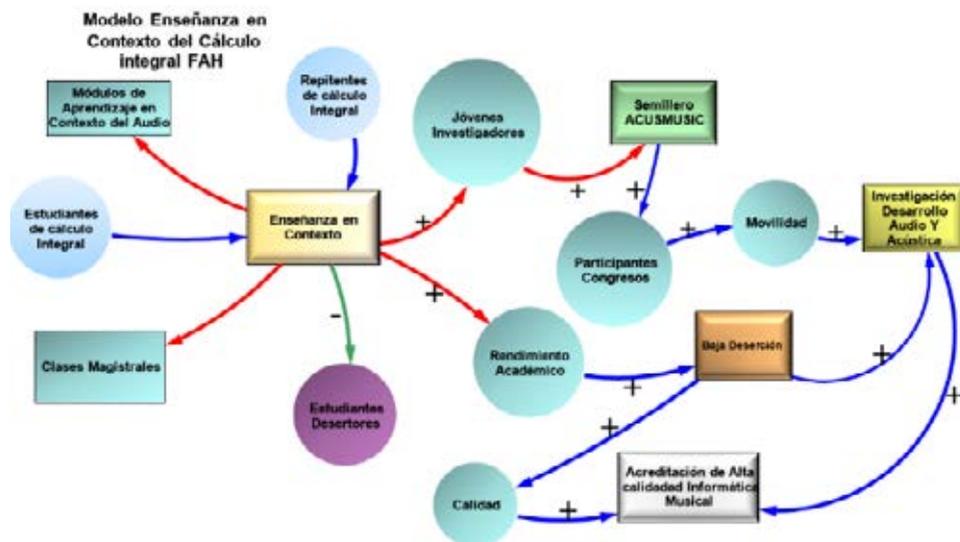
Keywords: acoustics, open software, materials, learning, science.

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) de Medellín presentó a un grupo multidisciplinario de docentes de ciencias básicas la propuesta de fortalecer la enseñanza en contexto a los estudiantes del Programa de Pregrado de Informática Musical, adscrito a la Facultad de Artes y Humanidades. El proceso se ha llevado a cabo con el semillero de investigación ACUSMUSIC de la facultad, para el cual se han diseñado estrategias de aprendizaje por medio de software libre como Geogebra (<https://www.geogebra.org/classic?lang=es>) y Python (<https://www.python.org/>), aplicado a la música, el sonido y las artes.

La Figura 1 muestra los diferentes procesos de la enseñanza en contexto del cálculo integral y su relación con el aprendizaje de la acústica y la electroacústica.

Figura 1. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Proceso de aprendizaje del cálculo integral en el contexto del semillero ACUSMUSIC.



Fuente: elaboración del autor.

A. Aprendizaje de la acústica aplicada

La física acústica y sus diferentes aplicaciones requieren de costosos equipos y laboratorios de grandes proporciones dotados de cámaras anecoicas, salas reverberantes, tubos de impedancia y software con onerosas licencias para caracterizar los materiales acústicos, medir indicadores como porosidad, coeficientes de absorción e impedancias acústicas, y modelar y simular salas de grabación y teatros. Durante el proceso de aprendizaje y apropiación del objeto de conocimiento se optó por crear modelos de enseñanza con herramientas y software libre, pues con la emergencia sanitaria causada por la pandemia y la dificultad de la presencialidad, estos facilitan el acceso al conocimiento y enriquecen las actividades de los cursos virtuales.

Para la enseñanza de la acústica se desarrollaron metodologías de aprendizaje basado en proyectos y en la aplicación del pensamiento crítico enfocado en encontrar soluciones a problemas reales en el mundo empresarial del audio. En relación con los procesos, se relacionaron las diferentes experiencias y conocimientos de los alumnos en la aplicación del acondicionamiento acústico, que les permitieron crear sus propios espacios –adecuados y debidamente simulados–, seleccionar materiales asequibles como lanas textiles reciclables, fibras naturales y otras alternativas respetuosas con el medioambiente y, lo más importante, de bajo coste.

II. METODOLOGÍA

Las secciones de este apartado describen el proceso de las actividades del semillero en los cursos de física aplicada, exponiendo cómo los estudiantes resuelven los problemas reales que van a enfrentar y buscan soluciones asertivas que, más tarde, fortalecerán su vida profesional.

A. Mediciones acústicas

La alternativa propuesta para medir y hacer laboratorios virtuales fue Room EQ Wizard (REW) [1], con bases teóricas de Kanchur [2] y

también con una aplicación libre para medir las características acústicas de un lugar creada por Vbrík [3], que se ejecuta con un script Java. Su diseño le permite a cualquier persona con un conocimiento básico de altavoces y acústica de salas usarlo con equipos simples de bajo costo.

Por medio de este software se induce al estudiante a evaluar diferentes salas para que aprenda a utilizarlo en un entorno académico y profesional, realizando medidas de señales de respuestas al impulso de la suya propia –su ambiente de trabajo en casa donde recibe la clase virtual o tiene su pequeño estudio– con recursos propios y sencillos. Asimismo, se le explica el proceso paso a paso para que analice las gráficas y detecte las frecuencias defectuosas o los modos de resonancia y los corrija por medio de dispositivos acústicos como los filtros resonantes, las denominadas “trampas de bajos” y los paneles absorbentes de materiales reciclables o fibras naturales. La Figura 2 muestra algunos de los resultados.

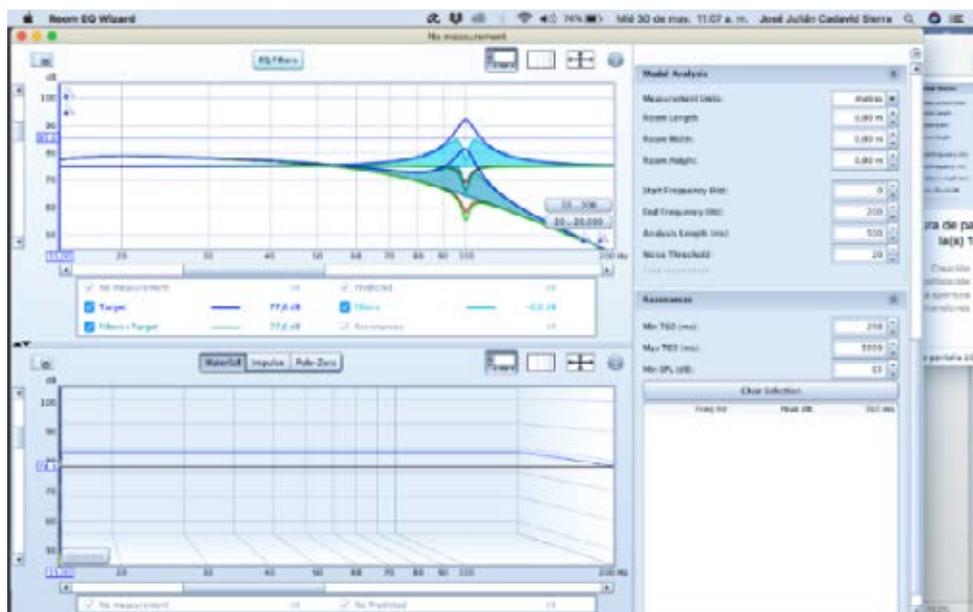
Figura 2. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Medida de respuesta al impulso aula-alumno.



Fuente: elaboración de alumnos del semillero ACUSMUSIC a partir de Room EQ Wizard, REW (s. f.) [1].

De este modo, la herramienta EQ del software REW [1] le permite hacer las correcciones de sus propios altavoces con respecto a la sala, exportar los archivos a filtros o *plugins* y mejorar su sistema de manera práctica y didáctica (Figura 3).

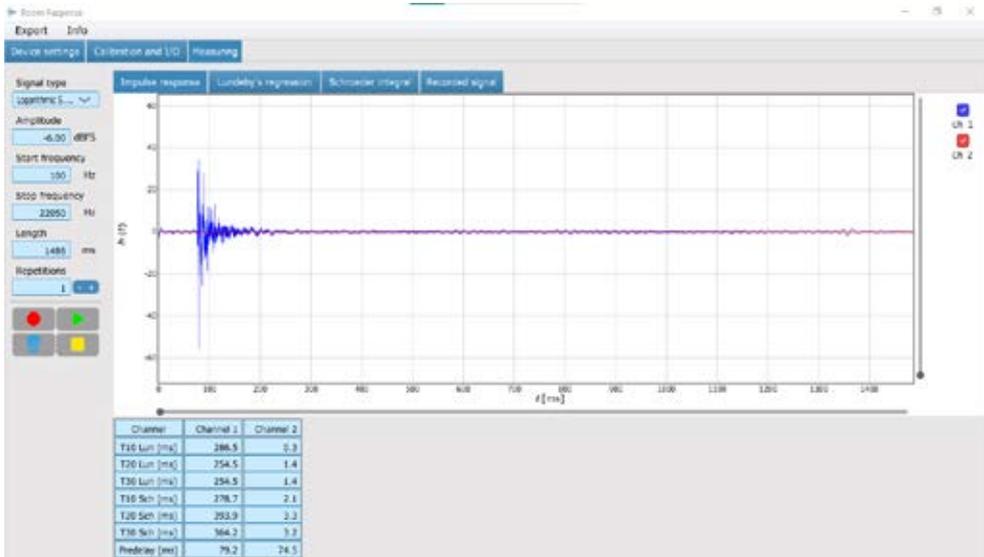
Figura 3. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Ecuación de una sala tomada por un alumno.



Fuente: elaboración de alumnos del semillero ACUSMUSIC a partir de Room EQ Wizard, REW (s. f.) [1].

Otra alternativa de software de libre acceso es Room Response [3], desarrollado por grupos de investigación Checos y diseñado en C++ [4], que genera la respuesta al impulso por medio de barridos de frecuencia exponencial que pueden captarse con micrófonos sencillos y la propia tarjeta de sonido de un computador portátil o de escritorio. Las Figuras 4 y 5 muestran la captura, el resultado de los tiempos de reverberación y las curvas de energía con márgenes y porcentajes de error bajos.

Figura 4. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Respuesta al impulso.



Fuente: elaboración de alumnos del semillero ACUSMUSIC a partir de Room Response (s. f.) [3].

Figura 5. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Curva energía-tiempo.



Fuente: elaboración de alumnos del semillero ACUSMUSIC a partir de Room Response (s. f.) [3].

B. Diseño de dispositivos acústicos y paneles

Una vez conoce el problema al que se enfrenta y sus defectos, el estudiante comienza a proponer ideas y soluciones corrigiendo de manera metódica las resonancias propias de su sala por medio de resonadores que puede desarrollar con plantillas de hojas de cálculo facilitadas por el docente. Las ecuaciones están debidamente validadas y comprobadas según normas de construcción acústica consultadas en textos especializados.

La Figura 6 muestra el diseño de un resonador tipo Helmholtz sintonizado a 90 Hz y con respuesta en frecuencia, para que el estudiante decida, según la que va a corregir, cuáles serían su diseño y medidas, y construya sus propias trampas de bajos con maderas económicas o materiales como plásticos densos y láminas reciclables que tengan propiedades acústicas. Es aquí donde juegan un papel muy importante la creatividad y la estética.

Figura 6. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Diseño de trampa para bajos con hoja de cálculo.



Fuente: elaboración del autor a partir de Burda (2016) [5].

También es posible construir paneles de absorción acústica con materiales reciclables de fibra textil o de fibras naturales como cáñamo o fibras de algodón, coco, banano y piña. Cabe aclarar que la caracterización de estos materiales está en proceso de estudio, ya que son relativamente nuevos en el campo de la acústica; sin embargo, su efectividad como alternativas serias a las espumas contaminantes de fibra de vidrio ha sido comprobada por diferentes universidades (Figura 7).

Figura 7. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Esquemas del diseño de una trampa de bajos y de un panel acústico de fibra de coco.

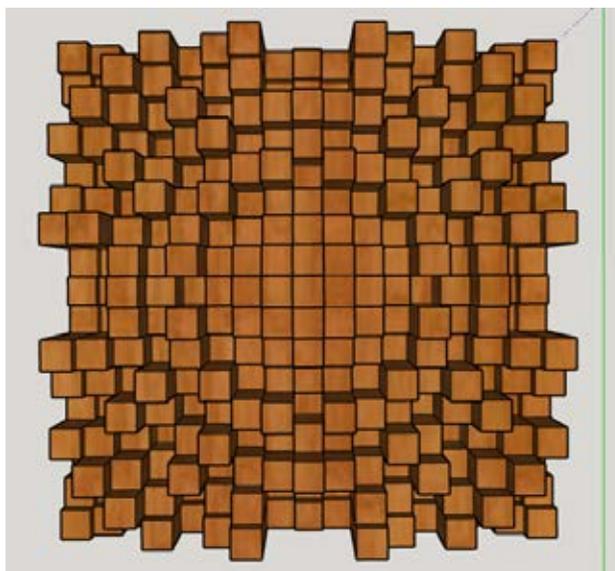
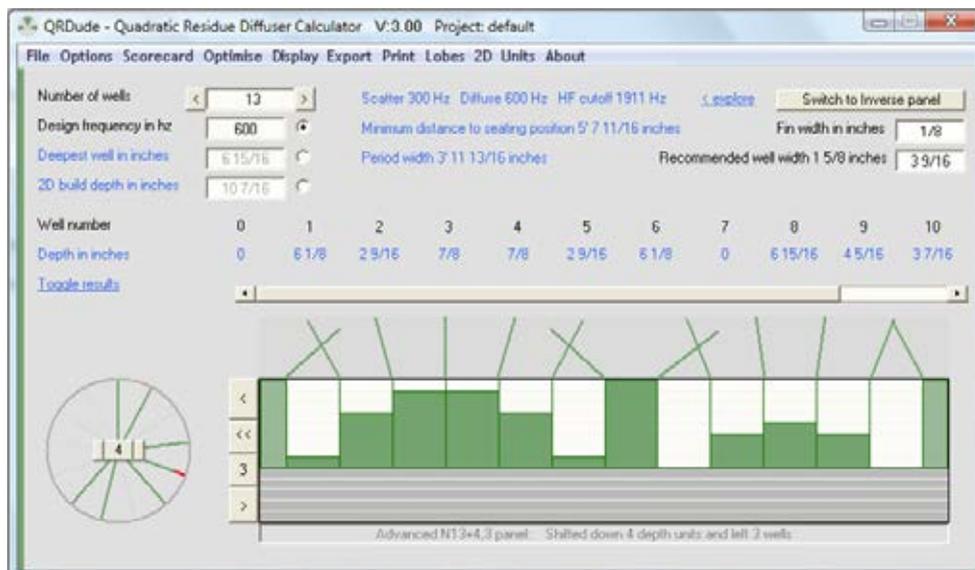


Fuente: elaboración de alumnos del semillero ACUSMUSIC.

Finalmente, otros dispositivos que pueden diseñarse con herramientas libres son los difusores, que se encargan de distribuir la energía acústica en un rango determinado de frecuencias medias-altas que ayudan a difundir la energía acústica en una sala a fin de que el campo o la energía sean lo más difusas posible.

La Figura 8 muestra QRDude [6], un software libre que incluye gráficos de directividades y datos para su construcción. Una vez el estudiante determina las medidas que necesita con herramientas como Free CAD (<https://www.freecadweb.org/>) o Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>), hace el levantamiento de los planos para conocer cómo va a quedar el producto final.

Figura 8. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Pantalla del software QRDude para el diseño de difusores y plano de un difusor.



Fuente: elaboración de alumnos del semillero ACUSMUSIC a partir de Subwoofer-builder.com (s. f.) [6].

C. Modelamiento de materiales ecológicos

Para el tratamiento acústico y el control de ruido se pueden desarrollar materiales basados en recursos renovables como fibras naturales, reciclados de la industria textil, espumas ecológicas y metamateriales acústicos con geometrías en origami, todos ellos nuevas tendencias en el diseño de dispositivos acústicos, que los convierten en una alternativa a los materiales convencionales [7]. Con todo, para aprender a diseñarlos y modelarlos es preciso conocer y simular sus propiedades mecánicas; por ello, para realizar las pruebas según las normas internacionales de metrología en acústica se requiere contar con técnicas de modelamiento y simulación por medio de software y análisis de modelamientos físicos.

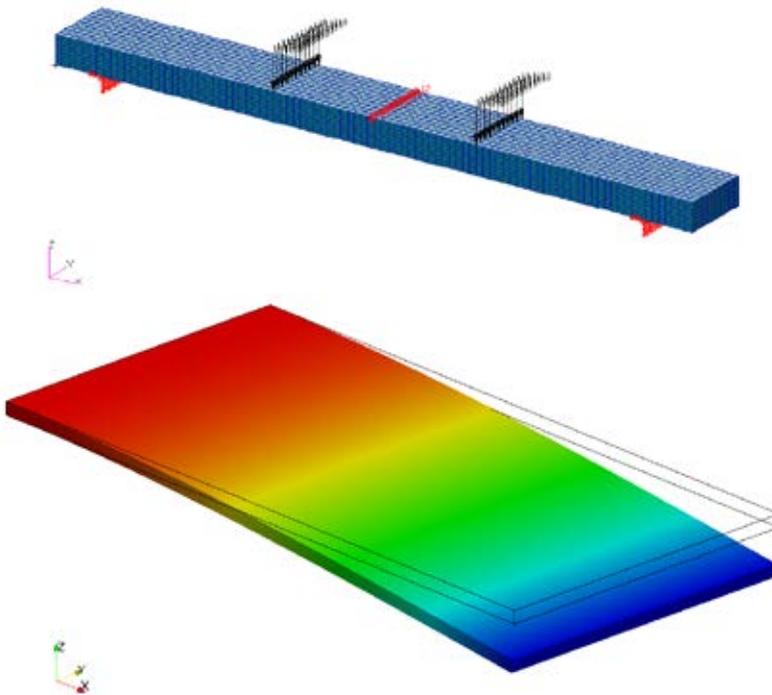
La experiencia del semillero en los cursos de física acústica ha sido introducir a los estudiantes de manera gradual para que desarrollen productos a partir de modelamientos y diseños de nuevos materiales acústicos ecológicos y *composites* con refuerzos de fibra natural que sean de menor coste y menos contaminantes que los materiales convencionales como la lana de vidrio, para que puedan ofrecerlos al mercado para el acondicionamiento acústico de recintos [8]. Estos productos incluyen dispositivos acústicos como los difusores y los resonadores Helmholtz con formas creativas de diseño denominadas “origami”, todas ellas alternativas innovadoras que ayudarán a los estudiantes, en su rol como productores musicales, a enriquecer la investigación y el aprendizaje en el desarrollo del área del control de ruido.

D. Modelos analíticos

Para el proceso de simulación de los paneles se utilizan modelos analíticos que pueden calcular matemáticamente las propiedades específicas de un material compuesto final mediante la asignación como entrada de las características de matriz y refuerzo; por su orientación al diseño de materiales, este laborioso proceso se lleva a cabo en el semillero.

La herramienta matemática usada es el análisis de diferencias finitas, FEA (*Finite Element Analysis*) [8], aplicada ampliamente en la academia y la industria, ya que las condiciones de contorno y las estructuras de formas complejas de cualquier modelo de material pueden ser resueltas fácilmente a través del FEA. Para este propósito se emplea Salome-Meca (<https://www.code-aster.org/spip.php?article303>) u Open FOAM (*Open Field Operation and Manipulation*, <https://www.openfoam.com/>). Este último es un solucionador de ecuaciones parciales diferenciales programado en lenguaje C++, orientado a la simulación numérica en mecánica de fluidos computacional (*Computational Fluid Dynamics*, CFD) [9], donde se almacenan los datos en una *library* que se utiliza para crear ejecutables conocidos como “aplicaciones”. Estas se dividen en dos categorías: solucionadores, para resolver un problema específico en mecánica de medios continuos; y acústica de análisis de resonancia, para conocer las diferentes vibraciones del material y su absorción sonora (Figura 9).

Figura 9. Simulación de nuevos materiales y espumas por medio de análisis de diferencias finitas, FEA (Finite Element Analysis).



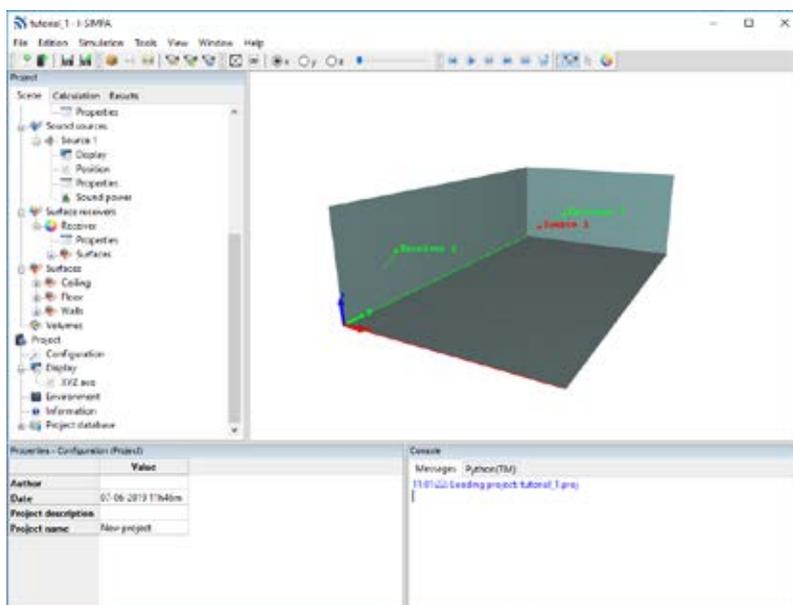
Fuente: elaboración del autor a partir de Laborová (2018) [9].

E. Simulación acústica de recintos

El objetivo de la simulación de acústica de recintos es representar las propiedades reverberantes de un espacio sin tener que construir físicamente algún dispositivo o sala.

Para este propósito se encontró i-SIMPA [10], un software libre de origen francés que ofrece una herramienta gráfica para la síntesis de respuesta al impulso combinando técnicas de simulación geométrica y de modelado de ondas, y proporcionando un equilibrio ajustable entre la velocidad y la precisión, cuyo código fuente se puede utilizar y ampliar según los términos de la GNU –llamada también GPL (*General Public License*, Licencia Pública General)–. i-SIMPA permite crear escenarios e importar planos de otros programas, simular los materiales de espumas naturales propuestos en las diferentes paredes con sus respectivos coeficientes de absorción y crear receptores planos, diferentes parlantes o fuentes con directividades planteadas por el usuario (Figura 10).

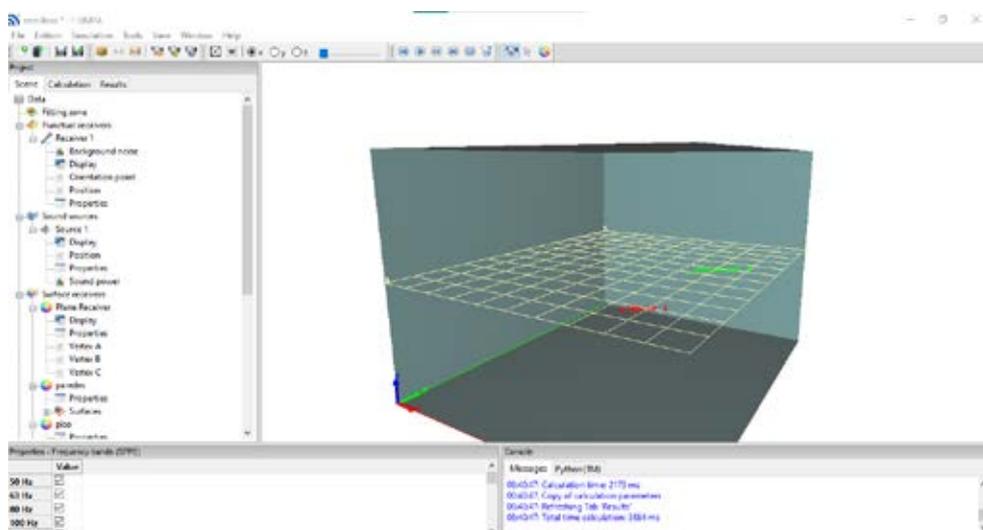
Figura 10. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Pantalla del escenario.



Fuente: elaboración del autor a partir de i-SIMPA (s. f.) [10].

De este modo, el alumno tiene la posibilidad de crear diferentes planos de análisis, un plus para su aprendizaje, ya que la comprensión de la acústica estadística es compleja, más aún en estudiantes que no son del nivel de ingeniería. Asimismo, les brinda una gama de posibilidades a la hora de diseñar estudios de grabación y salas de ensayo en los que las geometrías y los elementos absorbentes del sonido se pueden recrear de manera didáctica para que puedan solucionar problemas reales en el mundo del audio y de la producción musical (Figura 11).

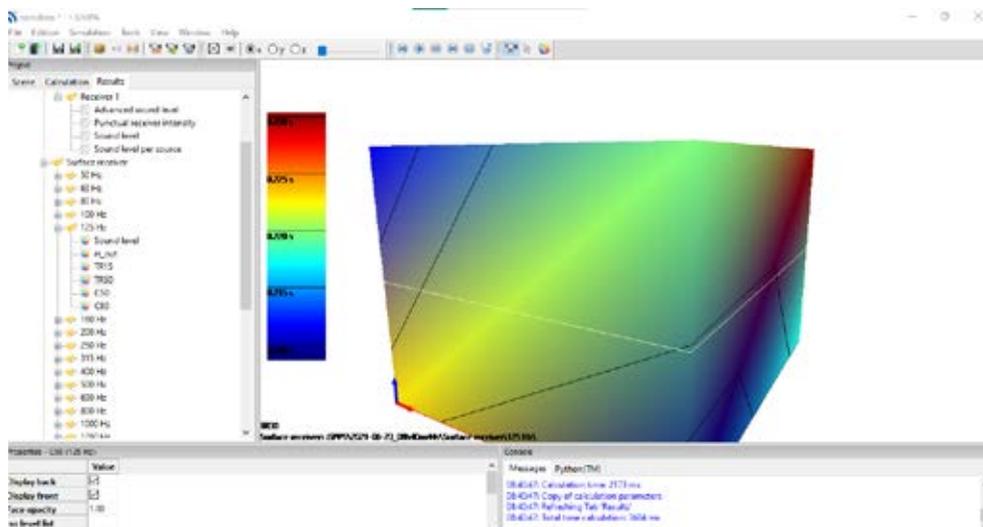
Figura 11. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Pantalla del escenario con plano de análisis.



Fuente: elaboración del autor a partir de i-SIMPA (s. f.) [10].

Por otro lado, el análisis de los tiempos de reverberación con simulaciones en color da cuenta de la importancia de los materiales y su aplicación. Estas pueden evaluarse para diagnosticar las salas *a priori* y disminuir los errores en el momento de la construcción del recinto, medir la distribución de la energía y calcular los objetivos acústicos de claridad C80 y C50, la definición y otros parámetros necesarios (Figura 12).

Figura 12. Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Artes y Humanidades, Programa de Informática Musical. Análisis de simulación de los tiempos de reverberación de una sala.



Fuente: elaboración del autor a partir de i-SIMPA (s. f.) [10].

III. CONCLUSIONES

El Programa de Informática Musical del Instituto Tecnológico Metropolitano cuenta con registro calificado y acreditación de alta calidad. Gran parte de sus egresados se dedica a la industria de la grabación y la optimización de sistemas de sonido en vivo. La apropiación del conocimiento por medio de las herramientas propuestas en este documento ha impactado positivamente en la calidad de los estudiantes y en la participación de semillero, disminuyendo de manera eficaz la deserción, resultado que se demuestra con los índices de calidad académica. Así, este trabajo es un aporte importante a la cuestión del uso del software libre, que crece a nivel mundial como una opción estratégica para poblaciones estudiantiles de bajos recursos y genera estudiantes motivados, enganchados en grupos de investigación, y procesos de estudiantes investigadores que aplican la filosofía de la institución: “Aprender para la vida y el trabajo”.

La idea de los nuevos materiales acústicos a base de fibras naturales es una propuesta novedosa, ya que la geografía del país permite que sean cultivadas en grandes cantidades. Los estudiantes del semillero están trabajando en proyectos de paneles ecológicos de bajo coste para adecuar salas de ensayo, aulas de colegios de bajos recursos y sus propios estudios de grabación. Con herramientas informáticas libres se pueden modelar y construir dispositivos acústicos que generan oportunidades de empleo en el amplio mundo del control de ruido.

REFERENCIAS

- [1] J. Mulcahy, “REW - Room EQ Wizard Help Index”. <https://www.roomeqwizard.com/help.html> (consultado el 25 de enero de 2021)
- [2] C.R. Kunchur, “Evaluating Room Acoustics for Speech Intelligibility”, *Open Journal of Applied Sciences*, vol. 09, núm. 07, Art. núm. 07, jul. 2019, doi: 10.4236/ojapps.2019.97048.
- [3] J. Mulcahy, “REW - Room EQ Wizard Room Acoustics Software”. <https://www.roomeqwizard.com> (consultado el 25 de enero de 2021).
- [4] M. Vrbík, “Aplikace pro měření impulsových odezev prostorů”, Application for Measurement of Room Impulse Responses, Consultado: el 26 de enero de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.vutbr.cz/handle/11012/82024>
- [5] “QRDude User guide”. <https://www.subwoofer-builder.com/qrduke-user-guide.htm> (consultado el 25 de enero de 2021).
- [6] S. Guenneau y R. V. Craster, “Fundamentals of Acoustic Metamaterials”, en *Acoustic Metamaterials: Negative Refraction, Imaging, Lensing and Cloaking*, R. V. Craster y S. Guenneau, Eds. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013, pp. 1–42. doi: 10.1007/978-94-007-4813-2_1.

- [7] E. Juliá Sanchis, “Modelización, simulación y caracterización acústica de materiales para su uso en acústica arquitectónica”, Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València, 2008. doi: 10.4995/Thesis/10251/2932.
- [8] P. Kumar y D. K. Viswanath Allamraju, “A Review Of Natural Fiber Composites [Jute, Sisal, Kenaf]”, *Materials Today: Proceedings*, vol. 18, pp. 2556–2562, ene. 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.07.113.
- [9] A. Laborová, “Experimentální softwarový hudební nástroj řízený změnou intenzity světla”, *Experimental Software Musical Instrument Controlled by Change of Light Intensity*, Consultado: el 26 de enero de 2021. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.vutbr.cz/handle/11012/84232>
- [10] “I-Simpa User Guide — Documentation I-Simpa 1.3.4”. <https://i-simpa-wiki.readthedocs.io/fr/latest/index.html> (consultado el 25 de enero de 2021).

AUTOR

Fredy Alberto Alzate-Arias

Magister en Gestión Tecnológica de la Universidad Pontificia Bolivariana. Ingeniero Electrónico de la Universidad de Antioquia. Docente investigador de Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Medellín.

Áreas de investigación: Acústica, Audio profesional, Electroacústica. Grupo de investigación artes y humanidades ITM línea diseño y nuevos medios.

CVLAC https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001413814.



LA EXPERIMENTACIÓN
ASINCRÓNICA COMO
ALTERNATIVA EN EL
APRENDIZAJE DEL CONCEPTO
ácido-base¹

Asynchronous experimentation as an alternative
in learning the acid-base concept

Ospina-Valencia, Laura² y Osorio, Héctor J.³

-
- 1 Este artículo hace parte de los resultados del trabajo final de maestría de enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad nacional de Colombia, Sede Manizales.
 - 2 Universidad Nacional de Colombia; ORCID 0000-0003-0877-9357.
Contacto: lospinava@unal.edu.co.
 - 3 Dr.Sc., profesor asociado del Departamento de Física y Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Contacto: hjosoriozu@unal.edu.co.

Resumen

En la básica secundaria una de las principales dificultades en el proceso del aprendizaje y la enseñanza se asocia a la falta de didáctica en las ciencias naturales y la falta de uso de vivencias experimentales, de lo anterior se propuso elaborar una unidad didáctica y en el desarrollo de esta, se plantearon en 4 etapas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), con 17 estudiantes del grado once del Colegio San Miguel, en Chinchiná, Caldas. Se desarrolló una prueba diagnóstica que permitiera encontrar las dificultades frente a la conceptualización ácido – base. Seguidamente, con base en lo anterior, se diseñó la unidad didáctica y se aprovechó el recurso del aula virtual adquirido por la institución (Santillana) para su ejecución. Los estudiantes desarrollaron prácticas experimentales en casa, de tal forma que potencian el aprendizaje autónomo, la motivación y la interpretación. Se observó que los estudiantes presentaron interés al desarrollo de la unidad didáctica, ejecutando diferentes actividades y dando un cambio significativo en la interpretación.

Palabras clave: ácido-base, aprendizaje autónomo, experimentación, interpretación, unidad didáctica.

Abstract

In the secondary school, one of the main difficulties in the learning and teaching process is associated with the lack of didactics in the natural sciences and the lack of use of experimental experiences, from the above it was proposed to elaborate a didactic unit and in the development of this, they were raised in 4 stages mediated by information and communication technologies (ICT), with 17 eleventh grade students from Colegio San Miguel, in Chinchiná, Caldas. A diagnostic test was developed that would allow finding the difficulties in the acid-base conceptualization. Next, based on the above, the didactic unit was designed and the resource of the virtual classroom acquired by the institution (Santillana) was used for its execution. The students developed experimental practices at home, in such a way that they enhance autonomous learning, motivation and



interpretation. It was observed that the students showed interest in the development of the didactic unit, executing different activities, and giving a significant change in the interpretation.

Keywords: acid-base, autonomous learning, experimentation, interpretation, didactic unit.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, surge la necesidad de buscar estrategias para abordar el proceso de aprendizaje de las ciencias exactas, ya que cada día la educación se hace más exigente y la formación de estudiantes se enfrenta a un reto constante. Para ello, es necesario formar personas competentes, que se apropien del conocimiento científico y desarrollen habilidades que les permitan ser autónomos para resolver situaciones reales [1]. Esto conlleva a una transformación en la forma de enseñar las ciencias exactas, donde los docentes deben realizar un cambio metodológico para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este debe dinamizar y enriquecer los intereses de los alumnos convirtiéndose en un guía sagaz y afectuoso que ayuda al estudiante a construir su propio conocimiento [2]. Además, el docente debe diseñar estrategias y crear aulas metacognitivas en las cuales su principal objetivo sea la formación de estudiantes activos, analíticos y competentes y realizar una transposición conceptual [3].

De las estrategias que se vienen desarrollando actualmente, las TIC juegan un papel importante en los procesos de enseñanza de las ciencias exactas, ya que por medio de ellas se puede enriquecer el proceso de aprendizaje, debido a su fácil acceso y el uso de elementos visuales y auditivos [3]. Igualmente, se han desarrollado laboratorios virtuales, ya que simulan laboratorios experimentales que motivan la participación de los estudiantes y la comprensión de los conceptos, mejorando la percepción de este [4].

Furió [5] mostró cómo las visiones distorsionadas de la química pueden explicar la falta de aprendizaje significativo en el estudio de las relaciones entre ácidos y bases. Encontró que los estudiantes mezclan los perfiles macroscópicos y microscópicos de las sustancias.

De lo anterior, se desarrolló una unidad didáctica en la cual los estudiantes realizaban prácticas experimentales caseras, acompañados a través de las TIC, además de ejecutar laboratorios virtuales que complementaban lo vivido en casa, lo cual se implementó con estudiantes

de grado 11° del Colegio San Miguel en Chinchiná, con la intención de que los estudiantes desarrollen competencias y habilidades propias de las ciencias, como lo son el pensamiento crítico, la interpretación, la argumentación, entre otros.

Uno de los atributos que brinda el trabajo experimental (laboratorios virtuales y caseros) es poder interactuar con los elementos y observar los cambios que ocurren en la vida cotidiana. Lo anterior facilita competencias en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que genera en los estudiantes mayor comprensión del concepto químico.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Metodología

El trabajo se desarrolló mediante la investigación-acción donde el estudiante es el protagonista del proceso a través de la solución de un problema, por medio de laboratorios y las TIC [6].

Las actividades experimentales permiten a los estudiantes ser agentes activos en el proceso educativo [7]. Se contó con la participación de 17 estudiantes del Colegio San Miguel en Chinchiná, los cuales desarrollaron las siguientes etapas:

La primera etapa es la aplicación de un instrumento basado en una vivencia experimental, que permitió explorar las ideas previas de los estudiantes mediante una prueba asociada a los conceptos que se deben abordar de ácido y base.

En la segunda etapa, con base en la prueba de la fase anterior, se identificaron las dificultades e ideas previas frente al concepto ácido-base y se diseñó la unidad didáctica, la cual está compuesta por seis guías, que a su vez están divididas en temas como teorías ácido-base, pH, indicadores y valoración bajo el modelo de escuela nueva, centrando el énfasis en el momento experimental (prácticas caseras) y laboratorios virtuales.

En la tercera etapa, debido a la situación de salud pública a nivel nacional e internacional, se implementó la unidad didáctica a través plataformas virtuales como Zoom y la adquirida por la institución (Santillana), con el fin de potenciar en los estudiantes el aprendizaje autónomo y la interpretación.

En la cuarta etapa, se desarrolló otra práctica casera con el propósito de evaluar el avance conceptual del estudiante frente al concepto ácido-base y el nivel alcanzado en la competencia interpretativa

De las etapas anteriores, se logró identificar las dificultades que presentaban los estudiantes frente al concepto ácido-base, se definió la unidad didáctica con los diferentes momentos experimentales, generando en los estudiantes una actitud positiva frente a las guías desarrolladas, encontrándose finalmente un avance significativo en los conceptos evaluados (81 %) y el aprendizaje autónomo.

III. CONCLUSIONES

El diseño de la propuesta didáctica se hizo acorde a las necesidades que se presentaban en la institución educativa, se trabajaron vivencias experimentales en casa y laboratorios virtuales de una manera asincrónica.

Las TIC, los laboratorios virtuales y las vivencias experimentales caseras definidas desde la unidad didáctica generaron en los estudiantes una mayor comprensión del concepto ácido-base y una mejora en la competencia interpretativa con una mayor autonomía de aprendizaje observada.

REFERENCIAS

- [1] Jiménez, F. M. “Los conceptos de ácido y base: concepciones alternativas y construcción del aprendizaje en el aula”. Mg. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2011.
- [2] Tacca, D. R. “La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica”. Investigación educativa, vol. 16, no. 26, pp. 139-152. Marzo 2011.
- [3] Castaño, E. Humberto. “Enseñanza de equilibrio químico haciendo uso de las TICs para estudiantes del grado once de enseñanza media”. Mg. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia. 2012
- [4] Fiad, S. B., & Galarza, O. D. “El Laboratorio virtual como estrategia para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del concepto de Mol”. Formación universitaria, vol. 8, no. 4, pp. 3-14. Febrero 2015.
- [5] Furió, C., Calatayud, L., & Bárcenas, S. “Deficiencias Epistemológicas En La Enseñanza De Las Reacciones Ácido-Base Y Dificultades De Aprendizaje”. Tecné, Episteme y Didaxis, no, 22. Junio 2000.
- [6] Martínez, M. “La investigación-acción en el aula”. Revista Electrónica Agenda Académica. Vol. 7, no 1. 2000.
- [7] Pérez & Nieto. “La investigación-acción en la educación formal y no formal”. Enseñanza & Teaching. Revista interuniversitaria de didáctica No. 10 pp. 177-198. 1992.

AUTORES

Laura Ospina Valencia

Estudiante de Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Licenciada en Biología y Química, Universidad de Caldas. Línea de investigación enseñanza de las ciencias (EUCEN).

Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Doctor en Ciencias-Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; profesor asociado Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; director Departamento de Física y Química, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; docente Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales; investigador asociado Colciencias. Línea de investigación enseñanza de las ciencias (EUCEN).



RECURSOS EDUCATIVOS
DIGITALES PARA FORTALECER
PROCESOS ASOCIADOS AL
PENSAMIENTO GEOMÉTRICO
RELACIONADOS CON EL DBA
No 6, DE MATEMÁTICAS DE
GRADO I¹

Digital educational resources to strengthen processes associated with geometric thinking related to DBA No. 6, mathematics in grade 1

Cortes-Soto, Mario, Salazar-Buitrago, John

1 Trabajo Final de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales

Resumen

Este trabajo pretende contribuir al fortalecimiento de los procesos asociados al Derecho Básico de Aprendizaje (DBA) N°6 de grado primero para el área de Matemáticas propuesto por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), a partir del diseño de un Recurso Educativo Digital (RED), que toma como fundamento el enfoque de resolución de problemas y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como mediación cognitiva. El trabajo es de tipo cualitativo experimental y dentro de sus instrumentos metodológicos tienen en cuenta cuatro fases: fundamentación teórica para docentes, diseño de actividades para los estudiantes acorde a los procesos y tipo de pensamiento matemático asociado al DBA, propuesta de material de apoyo para estudiantes y docentes (videos, documentos, enlaces, Apps, entre otros) y la fase de evaluación para los estudiantes. Dentro de los resultados potenciales del trabajo, se destacan los siguientes: posibilitar al docente una fuente teórica precisa y amplia alrededor de los conceptos, procesos, habilidades inherentes al DBA, de manera que le permita proponer y diseñar sus propias actividades de aprendizaje, favorecer en los estudiantes la capacidad para reconocer objetos, propiedades y atributos de las formas bidimensionales y los cuerpos tridimensionales como cantidad de lados, vértices, caras, aristas, la capacidad para crear formas y cuerpos y dar el uso significativo y con objeto de mediador a los instrumentos digitales.

Palabras clave: mediación cognitiva, mediación tecnológica, pensamiento espacial, proceso de pensamiento, RED.

Abstract

This work aims to contribute to the strengthening of the processes associated with the Basic Right of Learning (DBA) N ° 6 of First grade for the area of Mathematics proposed by the Ministry of National Education (MEN), based on the design of a Digital Educational Resource (RED), which is based on the problem-solving approach and the use of Information and Communication Technologies (ICT) as cognitive mediation. The work is of a qualitative experimental type and within its methodological

instruments they take into account four phases: theoretical foundation for teachers, design of activities for students according to the processes and type of mathematical thinking associated with the DBA, proposal of support material for students and teachers (videos, documents, links, Apps, among others) and the evaluation phase for students. Among the potential results of the work, the following stand out: enabling the teacher a precise and broad theoretical source around the concepts, processes, and abilities inherent to the DBA in a way that allows them to propose and design their own learning activities; favor in students the ability to recognize objects, properties and attributes of two-dimensional shapes and three-dimensional bodies such as the number of sides, vertices, faces, edges, the ability to create shapes and bodies, and give meaningful and mediating use to digital instruments.

Keywords: cognitive mediation, technological mediation, spatial thinking, thought process, RED.

I. INTRODUCCIÓN

Descripción: la enseñanza de la geometría en las escuelas rurales se ha tornado en una enseñanza que se ha visto relegada por la falsa creencia que solo es necesario enseñar la matemática numérica desde las primeras edades y que no se reconoce el valor de la geometría como una representación de las matemáticas en el mundo real. Lo anterior se puede evidenciar en el contexto rural en el cual, en la mayoría de las escuelas, la enseñanza de la geometría se ve postergada hasta el final del año escolar para darle mayor importancia a la matemática desde el punto de vista numérico y no como un conjunto de pensamientos que se deben abordar y enseñar por igual. Además, la enseñanza del pensamiento geométrico en la básica primaria es relevante, dado que los estudiantes son capaces de desarrollar habilidades de visualización, exploración, representación y descripción de objetos de su entorno, facilitando la adquisición de conocimientos que son útiles en la vida diaria. Por otro lado, hay que tener en cuenta que el ejercicio de la abstracción y la rigurosidad propias del estudio de la geometría, hace que el proceso de la enseñanza y el aprendizaje no sea una tarea fácil.

El contexto rural, además, deja ver que las falencias en la formación docente que trata de enseñar la geometría son muy marcadas, que no solo depende de cómo fundamentan la geometría, sino que además no hay un fin al hacerlo, no existe un propósito de enseñanza que permita realmente enfocar con sentido cada conocimiento que se desea impartir. Por lo anterior, la formación docente cumple un papel fundamental en el planteamiento de los planes de área de cómo orientar la geometría cumpliendo con los propósitos y procesos fundamentales propuestas en los DBA de matemáticas para cada grado. Se hace necesario que los docentes se encuentren actualizados en los procesos actuales y en aquellos que mejores resultados han dado en la enseñanza para así mismo implementar nuevas estrategias que permitan obtener mejores métodos de enseñanza-aprendizaje.

Los esfuerzos realizados por contribuir al mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas en las escuelas llevan al diseño de herramientas novedosas

que sirvan como material de apoyo didáctico a las instituciones y docentes para mejorar y fortalecer procesos, para esto se han creado los recursos educativos virtuales digitales (RED). Estos ayudarán a la adquisición de conocimientos y al mejoramiento continuo de procesos. Con el diseño de estos RED se quiere fortalecer el pensamiento geométrico espacial en los primeros grados, teniendo en cuenta los procesos que se asocian y los DBA con la resolución de problemas y el uso de las TIC.

De esta manera se plantea la pregunta: ¿cómo contribuir al fortalecimiento de los procesos asociados al pensamiento geométrico de estudiantes del grado primero a partir del diseño de recursos educativos digitales (RED) basado en el enfoque de resolución de problemas y el uso de TIC como instrumento de mediación cognitiva?

Justificación:

Cuando surge la pregunta ¿por qué se hace necesario enseñar la geometría en las escuelas y desde temprana edad?, se debería remontar a un principio epistemológico que recoge desde sus inicios todo el desarrollo de la humanidad, la percepción del mundo por sus formas, de la capacidad como personas de estar inmersas en el mundo que rodea todo y transformarlo para encontrar razones y maneras de explicar lo que los sentidos perciben. La geometría para los seres humanos se muestra como la presentación de las matemáticas que le permite soñar y construir un mundo a su gusto y que al transmitir su forma de percibirlo tiene efecto sobre el resto de la humanidad.

Se hace necesario el proyecto porque:

- Contrarresta las dificultades que surgen de la pedagogía tradicional.
- Promueve el diseño de RED y el uso de las TICs como mediador cognitivo.
- Reduce brechas tecnológicas en zonas de conflicto.
- Mejora y potencia procesos asociados al pensamiento métrico-espacial.

- Fundamenta a docentes en la enseñanza.
- Atender a las víctimas del conflicto armado en Colombia.

Objetivo general

- Contribuir al fortalecimiento de los procesos asociados al DBA No. 6 de matemáticas del grado primero, correspondiente al pensamiento geométrico, a partir del diseño de Recursos Educativos Digitales (RED), basado en el enfoque de resolución de problemas y el uso de TIC como mediación cognitiva.

Objetivos específicos

- Proponer un espacio de fundamentación teórica a los docentes, sobre los conceptos, enfoques y posturas actuales en educación matemática referidos al DBA No. 6.
- Diseñar actividades de aprendizaje que inciten al estudiante a fortalecer el logro del DBA No. 6 e incentivar a los docentes para que propongan sus propias actividades.
- Brindar acceso a materiales de apoyo didáctico, entre ellos material de mediación tecnológica (animación, video, enlaces externos, App, entre otros) que favorezcan el alcance del DBA No. 6.
- Realizar evaluaciones periódicas a los estudiantes para medir los avances en el logro del DBA No. 6.

II. METODOLOGÍA

La metodología a utilizar en este trabajo de investigación es cualitativa y su objeto de estudio se basa en alcanzar los procesos que asocian el pensamiento métrico espacial como identificar, agrupar, describir, crear y componer figuras y cuerpos geométricos con el uso de un Recurso Educativo Digital para inculcar en los estudiantes el aprendizaje de la geometría en edades tempranas y mejorar la enseñanza de esta en los docentes. Además, pretende recopilar información acerca de algunas características que nacen

de la fundamentación teórica de toda la construcción del RED y que permitirá explorar objetos de estudio poco estudiados.

Instrumentos metodológicos: al plantear tanto el objetivo general como los objetivos específicos, se tienen ideas claras de cómo poder alcanzarlos por medio de rutas metodológicas propuestas a los docentes y estudiantes, mediante la formación teórica, las actividades y la evaluación. Las fases se describen a continuación.

- Fase 1: fundamentación a docentes.
- Fase 2: diseño de las actividades.
- Fase 3: material complementario.
- Fase 4: evaluación y verificación.

Población y muestra: la población de estudio serán cinco instituciones educativas rurales pertenecientes a los municipios de Marulanda, Samaná, Chalán, Ovejas, Quibdó y Ánimas, y sus respectivos departamentos, Caldas, Sucre y Chocó. Esta población tiene en común que han sido víctimas del conflicto y, por ende, las buenas condiciones sociales, económicas y educativas de las cuales han carecido por décadas exigen una solución igualitaria.

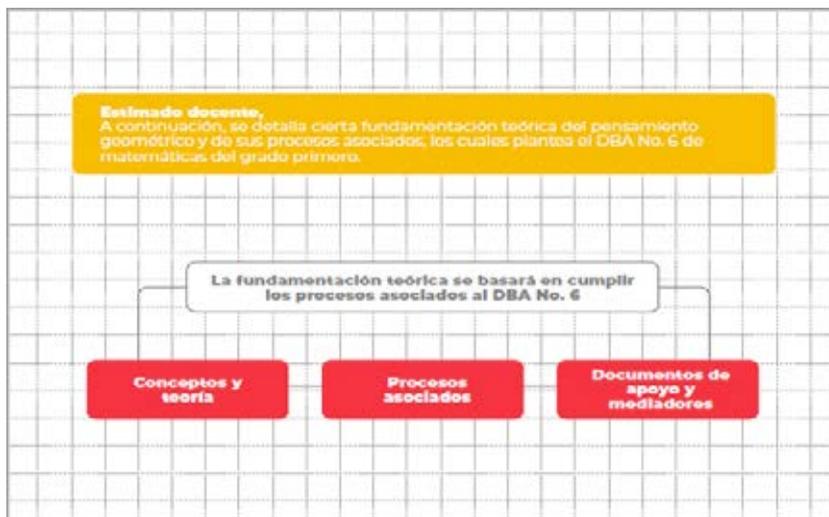
Fuentes de información: la información principal para el análisis del trabajo son las siguientes: observación directa, comunicación con estudiantes y docentes, también, la elaboración y ejecución de recursos educativos digitales.

Resultados

Etapa 1: fundamentación teórica docente.

Se propone que el docente se fundamente en los conceptos, teorías, procesos asociados y que además pueda contar con documentos de apoyo y mediadores tecnológicos. El RED inicia con una descripción del contenido.

Figura 1. Inicio a la fundamentación teórica del docente



Fuente: Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Conceptos introductorios al docente



Fuente: elaboración propia.

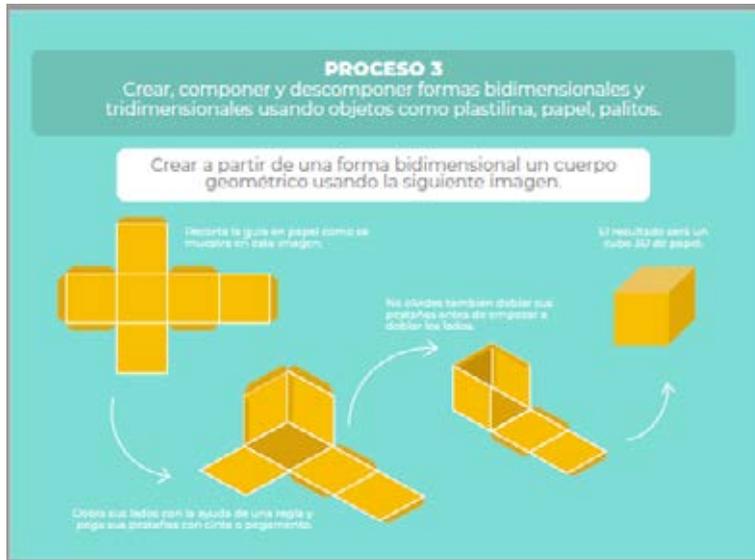
Figura 3. Proceso asociado No. 1

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Proceso asociado No. 2

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Proceso asociado No. 3



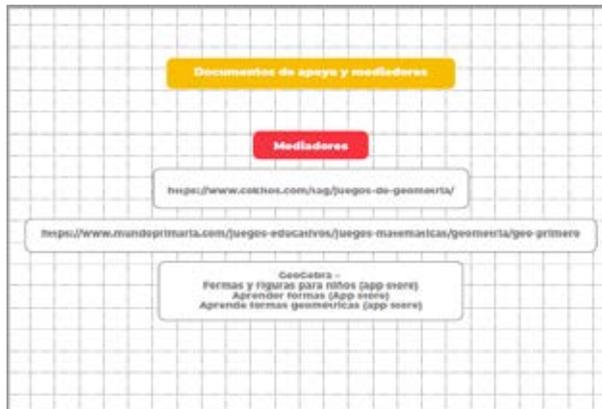
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Apoyo bibliográfico



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Mediadores



Fuente: elaboración propia.

Etapa 2: Diseño de las actividades

En el diseño de las actividades, se propuso una situación en la que un niño se dispone a visitar la ciudad de las formas geométricas, siendo esta una atracción de interés para los estudiantes. En la ciudad de las figuras se propone, además, que se realicen las actividades que corresponden a cada uno de los procesos que se desean desarrollar

Proceso No 1:

Figura 8. Actividad ejemplo asociada al proceso No. 1



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Actividad asociada al proceso No. 1 – Formas bidimensionales



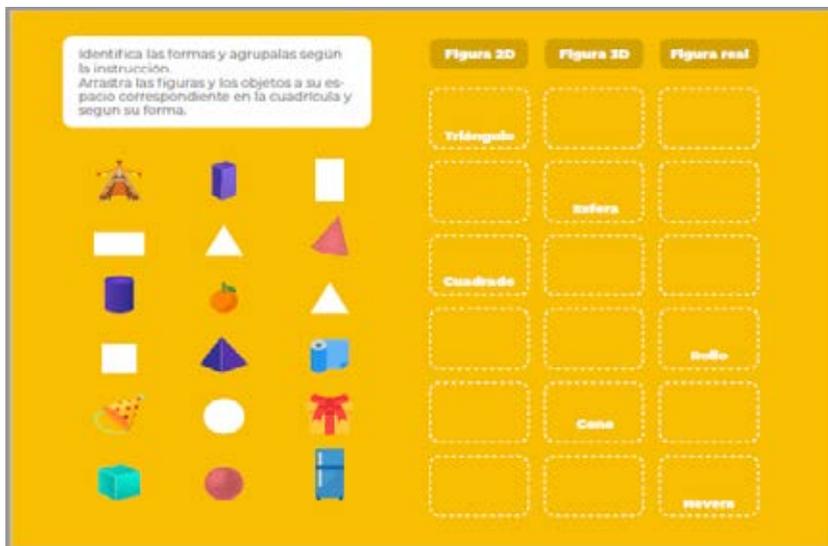
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Actividad asociada al proceso No. 1- Cuerpos tridimensionales



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Actividad asociada al proceso No. 1 - Relación entre las figuras y cuerpos



Fuente: elaboración propia

Figura 12. Proceso No. 2



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Actividad asociada al proceso No. 2 – Descripción numérica y verbal de atributo



Fuente: elaboración propia.

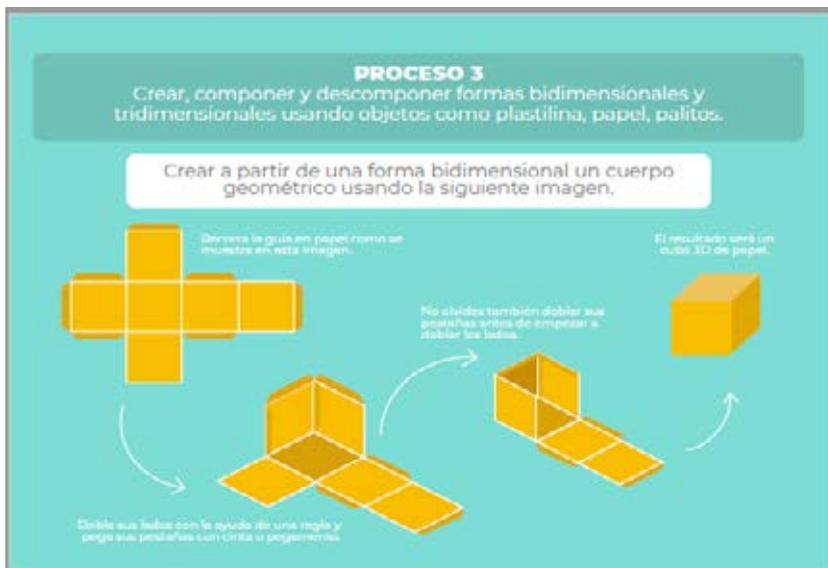
Figura 14. Actividad asociada al proceso No. 2 - Descripción numérica y verbal de atributos



Fuente: elaboración propia.

Proceso No 3:

Figura 15. Proceso No. 3



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Actividad asociada al proceso No. 3 - Formas bidimensionales



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Actividad asociada al proceso No. 3 - Formas tridimensionales



Fuente: elaboración propia.

Etapa 3: Evaluación

Figura 18. Actividad de evaluación 1



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Actividad de evaluación 2



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Actividad de evaluación 3



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Actividad de evaluación 4

RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

	¿Cuántas caras tiene?	¿Cuántos vértices tiene?	
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Actividad de evaluación 5

SELECCIONA VERDADERO O FALSO SEGÚN CORRESPONDA

Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F	Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F	Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F
Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F	Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F	Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F
Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F	Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F	Aquí va la pregunta o el enunciado	V	F

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Actividad de evaluación 6



Fuente: elaboración propia.

III. CONCLUSIONES

- El diseño del RED muestra una interfaz amigable tanto para los estudiantes como para los docentes, además de navegar fácilmente a través de las distintas unidades, actividades y entornos que se encuentran desarrolladas en este, con el fin de potenciar y fortalecer los procesos planteados respecto del DBA No 6 y el pensamiento espacial.
- El RED tiene en cuenta parte de la formación docente indispensable para justificar la creación y uso de estas herramientas. Se les otorga a los docentes los medios necesarios para aplicar en el quehacer pedagógico y familiarizándose con nuevas formas o posturas sobre la enseñanza de la geometría en las primeras edades.

- El desarrollo y aplicación del RED en las instituciones educativas tendrá un impacto muy positivo en los niños y niñas, acercará a estos estudiantes a nuevas maneras de aprender y a los docentes de enseñar y muy importante, potenciar la didáctica de las matemáticas con las herramientas computacionales como mediadores para mejorar el aprendizaje en las aulas.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016). *Derechos básicos de aprendizaje. Matemáticas* (2ª ed.). Panamericana Formas e Impresiones.
- [2] Ospina, E. (2015, 13 al 15 de agosto). Pedagogías de la memoria: el papel de la escuela en el posconflicto. *Primera Bienal Internacional de Educación y Cultura de Paz*.
- [3] Sarmiento, M. (2004). *La enseñanza de las Matemáticas y las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación* [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Rovira i Virgili.

AUTORES

Mario Andrés Cortés Soto

Ingeniero químico de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales.

Áreas de investigación: educación.

John Jairo Salazar Buitrago

Profesor asociado de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales.

Áreas de investigación: educación.